

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04196280
PUBLICATION DATE : 16-07-92

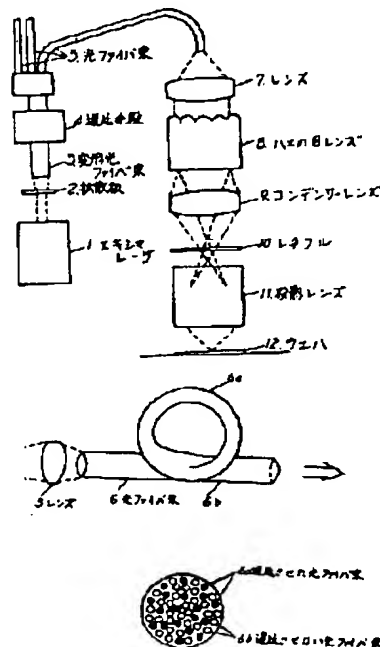
APPLICATION DATE : 27-11-90
APPLICATION NUMBER : 02328681

APPLICANT : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD;

INVENTOR : SUGIYAMA YOSHIYUKI;

INT.CL. : H01S 3/101 G03F 7/20 H01L 21/027

TITLE : LIGHTING DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To make it possible to obtain a high-efficiency and high-throughput lighting, in which speckles are not generated, by a method wherein one part of an excimer laser beam is delayed to reduce its coherence, the excimer laser beam of the reduced coherence is emitted through the emitting side of a flux of optical fibers, is made to homogenize and is made to condense on a material to be lightened.

CONSTITUTION: An excimer laser beam emitted from the light source of an excimer laser 1 is broadened by a diffusion plate 2, is made to incident in the incident side of a flux 3 of deformed optical fibers, one part of the excimer laser beam is delayed by its coherent length or thereabouts by a delay means 4 on the way to the incident side and the coherence of the beam is reduced. The excimer laser beam of this reduced coherence is emitted in homogenizing means 7 and 8 through the emitting side of a flux 6 of optical fibers, is made to homogenize and is made to condense on a material (a wafer) 12 to be lightened by a capacitor lens 9. In such a way, with the flux 3 of deformed optical fibers used, the means 4 which delays one part of the beam from the laser 1 is used in combination with the flux 3, whereby the coherence of the excimer laser beam can be reduced. Thereby, a high-efficiency and high-throughput lighting, in which speckles are not generated, can be conducted by a lighting device of a single constitution.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開
 ⑫ 公開特許公報(A) 平4-196280

⑬ Int. Cl.⁵

H 01 S 3/101

識別記号

庁内整理番号

7630-4M

7352-4M

7352-4M

⑭ 公開 平成4年(1992)7月16日

H 01 L 21/30

3 1 1 S

3 1 1 L※

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全6頁)

⑮ 発明の名称 照明装置

⑯ 特 願 平2-328681

⑰ 出 願 平2(1990)11月27日

⑱ 発 明 者 中 西 淑 人 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
 ⑱ 発 明 者 佐 藤 健 夫 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
 ⑱ 発 明 者 青 木 新 一 郎 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
 ⑱ 発 明 者 杉 山 吉 幸 神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1号 松下技研株式会社内
 ⑲ 出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
 ⑳ 代 理 人 弁理士 小 鍛 治 明 外2名
 最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

照明装置

2. 特許請求の範囲

- (1) エキシマレーザ光源と、入射面側がエキシマレーザ光のビーム形状と相似形となり、射出面側が円形となるように変形された光ファイバ束と、この光ファイバ束の入射面側と上記エキシマレーザ光源との間に配置され、エキシマレーザ光を散乱させる拡散板と、上記光ファイバ束の途中に設けられ、エキシマレーザ光の一部を遅延させる遅延手段と、上記光ファイバ束の射出側から射出されるエキシマレーザ光を均一化する均質化手段と、上記均質化手段により均一化されたエキシマレーザ光を被照明物上に集光するコンデンサレンズとを備えた照明装置。
- (2) 均質化手段が複数用いられ、エキシマレーザ光を上記均質化手段に導く光ファイバ束の射出側が複数本に分岐された請求項1記載の照明装置。

(3) 遅延手段が、一部の長さをエキシマレーザ光のコヒーレント長以上異にする光ファイバ束と、この光ファイバ束の開口数に合わせてエキシマレーザ光を集光するレンズとから成る請求項1または2記載の照明装置。

(4) 遅延手段が、変形された光ファイバ束の途中の一部の長さをエキシマレーザ光のコヒーレント長以上異ならせるように形成された請求項1または2記載の照明装置。

(5) 均質化手段が変形された光ファイバ束から射出したエキシマレーザ光を平行光にするレンズと、エキシマレーザ光を多重化するはえの目レンズとから成る請求項1ないし4のいずれかに記載の照明装置。

3. 発明の詳細な説明

産業上の利用分野

本発明は、半導体露光装置等に用いる照明装置に関するものである。

従来の技術

近年、エキシマレーザが半導体露光装置の光源

特開平4-196280(2)

として盛んに利用されるようになってきた。エキシマレーザ光のような短波長な光を扱うことができる光学材料は限られるため、波長の帯域幅の色収差を補正するのは極めて困難であり、レーザの波長の帯域幅を数 pm 程度に狭くして使用するのが一般的である。しかし、波長の帯域幅を狭くすると、スペックルの発生を招くため、これを消滅するための手段が必要になる。

このスペックルを消滅させるためには、例えば、特開昭 59-226317 号公報に記載されているように、光源を相互のインコヒーレントにしなければならない。以下、図面を参照しながらエキシマレーザ光を半導体露光装置の光源に用いてスペックルを消滅させるようにした従来例について説明する。

第 4 図 (a) は従来の照明装置を示す構成図、第 4 図 (a) および (c) は上記従来例におけるスポット光の走査の様子を示す斜視図である。

第 4 図 (a) において、101 はエキシマレーザ、102 は 2 次元のスキャン光学系、103 は走査面、

104 はコリメータレンズ、105 ははえの目レンズ、106 はコンデンサーレンズ、107 は投影レンズ、108 はレチクル、109 はウエハである。

以上の構成において、エキシマレーザ 101 を射出したエキシマレーザ光は、スキャン光学系 102 で走査面 103 上を 2 次元的にスキャンされ、コリメータレンズ 104 を通り、はえの目レンズ 105 の入射面 105a に導かれる。干渉性の高いエキシマレーザ光を露光光として用いる場合、スペックルが生じるため、コヒーレンスを下げる必要がある。このため、エキシマレーザ光が 2 次元スキャン光学系 102 により走査面 103 で第 4 図 (b) に示す軌跡のようにスキャンされ、第 4 図 (c) に示すように、はえの目レンズ 105 の射出端 105b に走査面 103 と相似形状の軌跡でスポット像が走査され、マルチスクリーン化され、はえの目レンズ 105 等の光学系の収差の存在によりインコヒーレントとなり、しかも、拡大された光源面が形成される。そして、コンデンサーレンズ 106 によりレチクル 109 を照明し、レチクル 109 上のパターンを投影

レンズ 107 によりウエハ 110 上に投影することができる。

発明が解決しようとする課題

しかし、以上のような従来例の構成では、実際にエキシマレーザ光を露光装置の光源として用いる場合、エキシマレーザ 101 から射出したエキシマレーザ光のビーム形状が長方形であるため、ビームを成形するための光学系と、この光学系にエキシマレーザ光を導くための入射光学系が必要となる。また、露光装置の入射光学系にエキシマレーザ光を導くための光学系も必要になり、最終的に投影レンズ 107 に入射させるために数十枚の光学素子を介さなければならないことになり、光源のエネルギーの利用効率が低下する。また、上記光学素子の反射率や屈折率が空間的に一様でなければ、照明むらを生じる。更に、エキシマレーザ光のような短波長な光を扱う光学素子はそのコストが極めて高いのが現状である。このため、入射光学系やビーム成形素子に使用される光学素子を一枚でも少なくしなければならないという問題を

有していた。

また、上記従来例の構成では、スペックルを消滅させるために、揺動ミラー等でエキシマレーザ光を二次元的にスキャンさせなければならない。そのため、露光領域を均一に照明するためには、エキシマレーザ 101 を最低、数 100 回発光させなければならない。このため、スループットの向上に制約があるという問題を有していた。

本発明は、上記のような従来技術の問題を解決するものであり、照明光としてエキシマレーザ光を用いながら、複雑なビーム成形素子を含む入射光学系を要することなく、簡単な構成でスペックルが生じない高効率、高スループットな照明を行うことができるようにした照明装置を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

上記目的を達成するための本発明の技術的解決手段は、エキシマレーザ光源と、入射面側がエキシマレーザ光のビーム形状と相似形となり、射出面側が円形となるように変形された光ファイバ束

特開平4-196280 (3)

と、この光ファイバ束の入射面側と上記エキシマレーザ光源との間に配置され、エキシマレーザ光を散乱させる拡散板と、上記光ファイバ束の途中に設けられ、エキシマレーザ光の一部を遅延させる遅延手段と、上記光ファイバ束の射出側から射出されるエキシマレーザ光を均一化する均質化手段と、上記均質化手段により均一化されたエキシマレーザ光を被照明物上に集光するコンデンサレンズとを備えたものである。

そして、上記均質化手段を複数用い、エキシマレーザ光を上記均質化手段に導く光ファイバ束の射出側を複数本に分岐することができる。

また、上記遅延手段は、一部の長さをエキシマレーザ光のコヒーレント長以上異にする光ファイバ束と、この光ファイバ束の開口数に合わせてエキシマレーザ光を集光するレンズとから構成し、または変形された光ファイバ束の途中の一部の長さをエキシマレーザ光のコヒーレント長以上異ならせるように形成することができる。また、上記均質化手段は変形された光ファイバ束から射出し

エキシマレーザが持つコヒーレンシを低下させることができる。

実 施 例

以下、本発明の一実施例について図面を参照しながら説明する。

第1図は本発明の一実施例における照明装置を示す全体の概略構成図、第2図(a)は上記実施例に用いる遅延手段の一例を示す概略説明図、第2図(b)はその射出側の端面図、第3図は上記実施例に用いる変形された光ファイバ束を示す説明図である。

第1図において、1は照明光源であるパルス発光のエキシマレーザであり、波長を狭帯域化したエキシマレーザ光(KrF、波長248nm、帯域幅3pm)が射出される。2はエキシマレーザ1から射出されるエキシマレーザ光の光量分布を均一化する拡散板であり、例えば、厚さ2mmの石英の擦りガラスで作られている。3は均一化されたエキシマレーザ光を導くための光ファイバ束であり、第3図に示すように、入射側と射出側とで全体形

たエキシマレーザ光を平行光にするレンズと、エキシマレーザ光を多重化するはえの目レンズとから構成することができる。

作 用

したがって、本発明によれば、エキシマレーザ光源から射出したエキシマレーザ光を拡散板により拡げ、変形した光ファイバ束の入射側に入射させ、その途中で遅延手段によりエキシマレーザ光の一部をそのコヒーレント長程度遅延させてコヒーレンシを低下させ、このコヒーレンシの低下したエキシマレーザ光を光ファイバ束の射出側から均質化手段に射出して均一化させ、コンデンサレンズにより被照明物上に集光させる。このように、干渉性が強く、スベックルが発生しやすいエキシマレーザ光を用いても従来のような複雑なビーム成形素子を含む入射光学系に代えて変形した光ファイバ束を用いると共に、エキシマレーザ光の一部を遅延させる遅延手段を組み合わせて用いることにより、スベックルの原因となる複雑な二次元のスキャン光学系を用いることなく、エ

状が異なるように光ファイバが組み合わせられ、変形されたものが用いられ、入射側がエキシマレーザ1のビーム形状と相似形の細長い矩形形状に形成され、射出側が円形に形成され、射出側が必要に応じて複数本(図示例では3本)の光ファイバ束3'に分岐されている。4は変形された光ファイバ束3の途中に設けられ、エキシマレーザ光の一部を遅延させる遅延手段であり、第2図(a)に示すように、光ファイバ束3の変形側から射出したエキシマレーザ光をレンズ5で光ファイバ束6の開口数に合わせるように集光させて入射させるようになっている。光ファイバ束6の一部(約半分)6aがランダムに抽出されてエキシマレーザ光のコヒーレント長以上に延長され、エキシマレーザ光の一部を遅延させるようになっており、この遅延させる一部の光ファイバ束6aが遅延させない他の一部の光ファイバ束6bと再びランダムに統合されている。したがって、光ファイバ束6の射出側では第2図(b)に示すように、遅延させる光ファイバ(斜線で示す)6aと、遅延させない光

特開平4-196280(4)

ファイバ(白抜きで示す)6bとが混在している。遅延手段4から射出したエキシマレーザ光は上記のように分岐された光ファイバ束3'により3台の露光装置に導かれる。各光ファイバ束3'は遅延手段4から射出したエキシマレーザ光を後述する均質化手段に導くために、この均質化手段に最適となるよう上記のように円形状に形成されている。第1図において、7は光ファイバ束3'から拡がりを持って射出されたエキシマレーザ光を平行光にするレンズ、8は光ファイバ束3'により導かれたエキシマレーザ光を多重化するはえの目レンズであり、これらレンズ7とはえの目レンズ8とによりエキシマレーザ光を空間的に一様化する均質化手段が構成されている。9は均質化手段により空間的に一様にされたエキシマレーザ光を集光するコンデンサーレンズ、10はコンデンサーレンズ9により照明されるレチクル、11はレチクル10のパターンをウエハ12に投影する投影レンズである。

以上の構成において、以下、その動作について

低下させ、スペックル発生を抑制する。エキシマレーザ1のコヒーレント長 e は、下記(1)式のようになる。

$$e = C \times \frac{2 \cdot \pi}{\Delta w} \quad \dots\dots(1)$$

ただし、 C は光束、 Δw は角周波数幅である。

したがって、上記値以上、光ファイバ束6a、6bの長さ差を与えれば良い。

このように、上記従来例のように二次元スキャン系を用いることなく、エキシマレーザ光の空間的・時間的コヒーレンシを低下させることができるので、スペックルの発生を抑制することができる。このコヒーレンシが低下したエキシマレーザ光を分岐した各光ファイバ束3'の射出側の円形状部分から射出させ、レンズ7により平行光にし、はえの目レンズ8に入射させて多重化を行い、均一化する。このはえの目レンズ8においても光学収差の存在によりコヒーレントなエキシマレーザ光をインコヒーレントにすることができる。そして、コンデンサーレンズ9によりレチクル10

説明する。

エキシマレーザ1から波長を狭帯域化したエキシマレーザ光(KrF、波長248nm、帯域幅3pm)を射出する。この指向性の強いエキシマレーザ光を拡散板2で散乱させて拡げ、光量分布を均一化し、入射側を密着させ、若しくはわずかに離して配置した紫外光用の光ファイバ束3に入射させる。この光ファイバ束3はその入射側がエキシマレーザ光のビーム形状に合わせて細長い矩形形状となるように光ファイバを組み合わせ、しかも、上記拡散板2でエキシマレーザ光を拡げて光ファイバ束3の開口数を補うことにより、エキシマレーザ光を効率よく光ファイバ束3内に導くことができる。この光ファイバ束3に導いたエキシマレーザ光の一部はその途中に設けた遅延手段4によりエキシマレーザ光のコヒーレント長程度の光路差を与えて遅延させる。遅延手段4は上記のように光ファイバ束6の一部6aをエキシマレーザ光のコヒーレント長程度延長し、変形光ファイバ束3から射出したエキシマレーザ光のコヒーレンシを

を一様に照明し、レチクル10上のパターンを投影レンズ11によりウエハ12上に投影する。光ファイバの透過率は60数パーセントであり、従来のビーム成型素子を含む入射光学系と同等、あるいはそれ以上に効率よくエキシマレーザ光を投影レンズ11に導くことができる。

上記第1の実施例では、変形した光ファイバ束3の途中に遅延手段4を挿入しているが、レンズ5を設けることなく、変形した光ファイバ束3の途中で、その光ファイバ束3の一部をエキシマレーザ光のコヒーレント長以上に延長させた後、他の一部とランダムに統合して時間的・空間的コヒーレンシを低下させ、その変形した光ファイバ束3から射出したエキシマレーザ光を直接、均質化手段に導くようにすることができる。この場合においても光ファイバ束3の射出側を上記第1の実施例と同様に複数の露光装置に対して分岐することができる。

発明の効果

以上説明したように本発明によれば、エキシマ

特開平4-196280(5)

レーザ光源から射出したエキシマレーザ光を拡散板により拡げ、変形した光ファイバ束の入射側に入射させ、その途中で遅延手段によりエキシマレーザ光の一部を遅延させてコヒーレンシを低下させ、このコヒーレンシの低下したエキシマレーザ光を光ファイバ束の射出側から均質化手段に射出して均一化させ、コンデンサレンズにより被照明物上に集光させる。このように、干渉性が強く、スペックルが発生しやすいエキシマレーザ光を用いても、従来のような複雑なビーム成形素子を含む入射光学系に代えて変形した光ファイバ束を用いると共に、エキシマレーザ光の一部を遅延させる遅延手段を組み合わせる用いることにより、スペックルの原因となる複雑な二次元のスキヤン光学系を用いることなく、エキシマレーザが持つコヒーレンシを低下させることができる。したがって、スペックルが生じない高効率、高スループットな照明を行うことができる。

また、分岐型変形光ファイバ束を用いることにより一つのエキシマレーザ光源で複数の照明を行

うことができる。

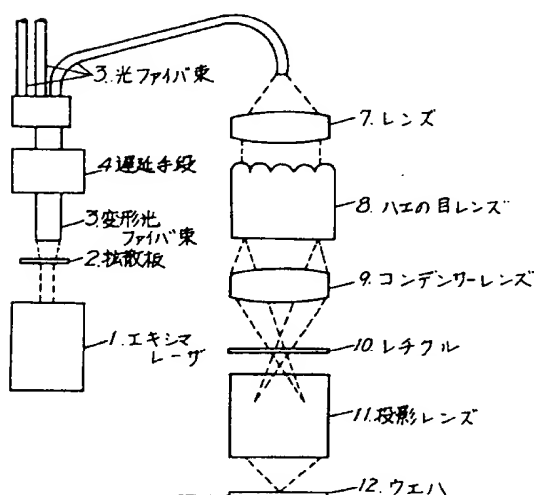
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例における照明装置を示す全体の概略構成図、第2図(a)は上記実施例に用いる遅延手段の一例を示す概略説明図、第2図(b)はその射出側の端面図、第3図は上記実施例に用いる変形された光ファイバ束を示す説明図、第4図(a)は従来の照明装置を示す構成図、第4図(b)および(c)は上記従来例におけるスポット光の走査の様子を示す斜視図である。

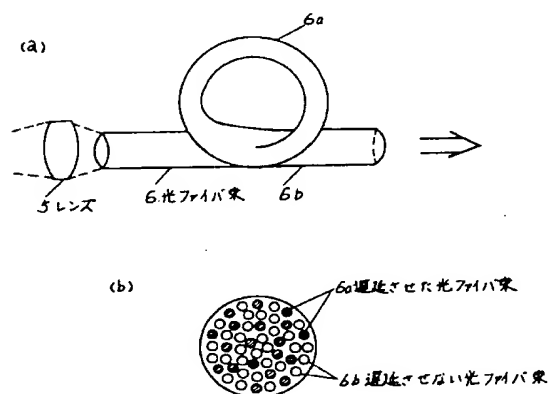
1…エキシマレーザ、2…拡散板、3…変形した光ファイバ束、3'…分岐した光ファイバ束、4…遅延手段、5…レンズ、6…光ファイバ束、7…レンズ、8…はえの目レンズ、9…コンデンサレンズ、10…レチクル、11…投影レンズ、12…ウエハ。

代理人の氏名 弁理士 小鍛冶 明 ほか2名

第 1 図



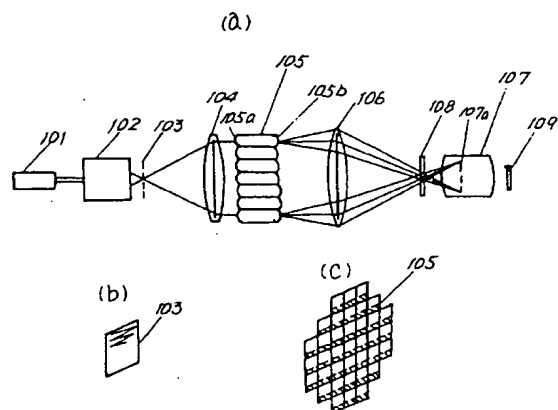
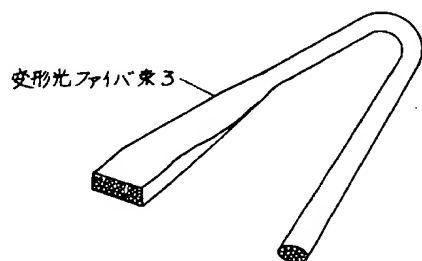
第 2 図



特開平4-196280(6)

第 4 図

第 3 図



第 1 頁の続き

⑤Int. Cl. 5

G 03 F 7/20
H 01 L 21/027

識別記号

5 0 5

庁内整理番号

7818-2H